

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРОЩЕБНЯ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ-УНОСА В ПРОИЗВОДСТВЕ БЕТОНА

А.И. Анненков, И.В. Амеличкин, А.Б. Доржиева, У.В. Бедрицкая

Научный руководитель: доцент, к.т.н. И. В. Фролова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [annenkov1992@list.ru](mailto:annenkov1992@list.ru)

Рассматривая проблему промышленных отходов, в частности вопрос утилизации техногенных материалов предприятий теплоэнергетической области, хотелось бы отметить растущую тенденцию применения техногенных отходов в качестве вторичного сырья в производстве строительных материалов. Среди загрязняющих веществ, отрицательно влияющих на окружающую среду, одно из первых мест занимают соединения серы. Практически вся сера (более 90%) сегодня производится как побочный продукт нефтепереработки цветной металлургии [1]. Использование технической серы для получения на её основе различных строительных композиций в качестве вяжущего является перспективным направлением в строительной индустрии. Влияние золошлаковых отходов на улучшение эксплуатационных и прочностных качеств строительных материалов, а также дешевизна данного продукта, зарекомендовали себя в производстве искусственных наполнителей. Известно, что на основе золы ТЭЦ и технической серы можно изготавливать серное вяжущее и строительные композиции. Обладая параметрами наибольшей золоёмкости и способствуя экономии природных минеральных ресурсов, использование серы и золы ТЭЦ является эффективным направлением решения экологических задач.

Цель данной работы - разработка композиций для получения заполнителя - серощебня, применение которому можно найти в качестве заполнителя в цементных бетонах. Объектом исследования данной работы явилась сера – попутный продукт Норильского горно-металлургического комбината и зола уноса Краснокаменской ТЭЦ. Зола уноса выполняла функцию наполнителя для придания серным композициям максимальной прочности и плотности.

Зола уноса Краснокаменской ТЭЦ представляет собой сыпучий мелкозернистый материал, полученный после сгорания бурого угля Уртуйского месторождения на электростанции. Основная минеральная фаза этой золы является перспективным вяжущим веществом для строительной промышленности, но её эффективной утилизации препятствуют примеси недожжённого угля, которые составляют более 10 %. Для стабильного использования золы в качестве универсального вяжущего содержание недожога в ней, согласно ГОСТу, не должно превышать 3%.

Было определено, что, исследуемый материал является полидисперсным и представлен в основном частицами с размером менее 0,25 мм. Фракции золы с размером частиц более 0,25 мм имеют более тёмную окраску и высокие потери при прокаливании, связанные с присутствием в данных фракциях значительного количества несгоревших частиц угля (32-49 %). Несгоревшие частицы целесообразно извлекать из золы, так как они снижают качество строительных изделий. Поэтому в данной работе фракции золы с размером частиц более 0,125 мм для получения серных композиционных материалов не использовались. Эти фракции после классификации и магнитной сепарации предложено направлять на повторное сжигание.

Структура и свойства технической серы соответствуют ГОСТ 127.1-93. Сера является термопластичным связующим с температурой плавления 113<sup>0</sup>С, низкой химической активностью, достаточной механической прочностью, низкой себестоимостью и доступностью и хорошей адгезией к минеральным заполнителям бетона.

Серный композиционный материал представляет собой оптимально подобранную смесь расплава серы и тонкомолотого наполнителя, способную при охлаждении образовывать прочное камневидное тело [2]. В данной работе заполнитель получен при сплавлении серы с золой уноса, с последующим формованием из расплава монолитной плитки, которую после охлаждения подвергали дроблению.

Известно, что серобетоны обладают рядом уникальных свойств, таких как высокая прочность на сжатие и изгиб, химическая стойкость, высокая морозостойкость, низкое водопоглощение и водонепроницаемость [3]. Существенным недостатком серных композиций выступает их низкая термостойкость (свыше 120 °С). Кроме того, при твердении серы наблюдается значительное изменение объёма, обусловленное фазовым переходом серы из жидкого состояния в твёрдое, и изменение

плотности фаз. Ввиду того, что наиболее интенсивное охлаждение происходит с поверхности, внутри образцов образуются скрытые от визуального контроля полости, существенно снижающие физико-механические свойства серобетонов. Высокая прочность и долговечность наполненных серных композитов достигается за счет прочных адгезионных связей вяжущего с наполнителем. Структуру контактной зоны можно изменить путём модификации связующего и поверхности наполнителя. В данной работе для повышения прочности композиции использовали модификатор хлорид алюминия. Состав серозольного вяжущего, масс. %: сера – 38; зола уноса – 60; модификатор (хлорид алюминия) – 2. Исследования свойств серощебня проводились на определение следующих показателей: истинная и насыпная плотность, пустотность, прочность по дробимости. Для сравнения указанные характеристики были проведены на пробе щебня фракции 10–15 мм из природного камня. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Физико-механические свойства заполнителей

Вид заполнителя	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Пустотность, %	Дробимость, %
Серощебень	1088	1980	45	10
Традиционный щебень	1620	2716	39	10

Результаты определения дробимости показали, что полученный материал имеет марку 200 и может использоваться для бетонов общестроительных марок. По основным физико-механическим характеристикам серощебень можно отнести к заполнителям, получаемым на основе отходов промышленности, например шлакам металлургического производства (ГОСТ 5578 – 94).

Таким образом, установлена принципиальная возможность использования золы уноса Краснокаменской ТЭЦ и технической серы для получения серного композиционного материала. Использование серощебня для производства бетонов позволит утилизировать техническую серу и золу уноса ТЭЦ, снизит затраты на складирование отходов, значительно улучшит экологическую ситуацию в регионе и сократит расход дорогостоящих природных ресурсов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Личман Н. В. // Инженерно-строительный журнал. - 2011. - №8. - С. 29-34.
2. Личман Н.В. Комплексное исследование золы ТЭЦ как наполнителя в серные композиционные материалы // Строительные материалы. - 2009. - №12. – С. 75-77
3. Кухаренко Л.В., Личман Н.В., Никитин И.В. // Строительные материалы. - 2005. - №8. - С. 38-40.